

PCT/SE 98/01733
09/554907

PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen

| | |
|-------|-------------|
| REC'D | 21 OCT 1998 |
| WIPO | PCT |

Intyg
Certificate

EJKU



Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.

(71) Sökande Asea Brown Boveri AB, Västerås SE
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 9704392-1
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 1997-11-26
Date of filing

Stockholm, 1998-10-13

För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office

Evy Mofin

Avgift
Fee

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

1997-11-26

hb/lj SE14205

Huvudfaxen Kassan

Sökande: Asea Brown Boveri AB

5 ELEKTROMAGNETISK ANORDNING

UPPFINNINGENS OMRÅDE OCH TIDIGARE TEKNIK

Denna uppfinding avser en elektromagnetisk anordning innehållande
10 åtminstone en magnetkrets och åtminstone en elektrisk krets innehållande
åtminstone en lindning, varvid de magnetiska och elektriska
kretsarna är induktivt kopplade till varandra och varvid anordningen
innehåller en reglerinrättning för att reglera funktionen hos anord-
ningen.

15 Denna elektromagnetiska anordning kan nyttjas i vilka som helst
elektrotekniska sammanhang. Effektorrådet kan vara från VA upp
till 1000 MVA-området. Primärt avses högspänningstillämpningar
upp till de högsta överföringsspänningar som används idag.

20 Enligt en första aspekt av uppfindingen avses en roterande elektrisk
maskin. Sådana elektriska maskiner innehåller synkronmaskiner
som huvudsakligen används som generatorer för anslutning till distri-
butions- och transmissionsnät, nedan gemensamt kallade kraftnät.

25 Synkronmaskinerna används också som motorer samt för faskom-
pensering och spänningsreglering, då som mekaniskt tomgående
maskiner. Det tekniska området innehåller även dubbelmatade ma-
skiner, maskiner av typen asynkron strömtarkaskad, ytterpolma-
skiner, synkronflödesmaskiner och assyndrommaskiner.

30 Enligt en annan aspekt av uppfindingen utgörs nämnda elektromag-
netiska anordning av en krafttransformator eller reaktor. Vid all
överföring och distribution av elektrisk energi ingår transformatorer.
Deras uppgift är att medge utbyte av elektrisk energi mellan två
eller flera elsystem och för detta nyttjas elektromagnetisk induktion
35 på i och för sig väl känt sätt. De transformatorer som primärt avses
med föreliggande uppfinding tillhör de så kallade krafttransformato-
rerna med märkeffekt från något hundratals kVA upp till över 1000

1997-11-26 2

Huvudluren Kassan

MVA med märkspänning från 3-4 kilovolt och upp till mycket höga överföringsspänningar, 400 kilovolt till 800 kilovolt eller högre.

Ehuru följande beskrivning av teknikens ståndpunkt vad beträffar

5 ~~den andra aspekten huvudsakligen avser krafttransformatorer avses~~
uppförningen också vara applicerbar för reaktorer, både enfasiga
och trefasiga. I fråga om isolering och kyllning finns i princip samma
utförandeformer som för transformatorer. Det förekommer således
luftisolerade och oljeisolerade, självkylda, tryckoljekylda osv reak-
10 torer. Även om reaktorer har en lindning (per fas) och kan utföras
både med och utan magnetisk kärna är beskrivningen av teknikens
ståndpunkt till stora delar relevant även för reaktorer.

● Den elektriska kretsens åtminstone ena lindning kan i vissa ut-
15 föranden vara luftlindad men innehåller i regel en magnetisk kärna
av laminerad, normal eller orienterad, plåt eller annat, till exempel
amorf eller pulverbaserat, material eller annan åtgärd i avsikt att
tillåta växelflöde och en lindning. Ofta inbegriper kretsen någon
form av kyldystem mm. I fallet med en roterande elektrisk maskin
20 kan lindningen vara förlagd i maskinens stator eller rotor eller i
bådadera.

Ett problem med kända utföranden av elektromagnetiska anord-
ningarna av ovan diskuterat slag är att det antingen är förhållandevi-
25 besvärligt att uppnå effektiv reglering inom ett visst spektrum av
parametrar eller att reglerinträttningarna tenderar att bli förhållan-
devi kostsamma. Det påpekas i detta sammanhang att det är känt
inom generatortekniken att utöva reglering av funktionsparametrar
via fältlindningen. Om rotorn inbegriper elektromagneter är denna
30 fältlindning utformad på rotorn med de nackdelar detta för med sig i
form av dyrare och mer svårreglerbart utförande. I fallet med en
permanentmagnetrotor uppstår problemet att fältstyrningen icke blir
praktiskt genomförbar. Detta försvårar givetvis regleringen i allmän-
het och i speciellt delikata regleringssituationer i synnerhet. Ett
35 ytterligare problem med känd teknik är att den konventionella
lindningstekniken gör det dyrbart att framställa lindningarna. De
kända utförandena vållar också betydande energiförluster och

1997-11-26

3

Huvudförex Kassan

medför begränsningar vad gäller lindningarnas placering vid magnetkretsen.

SAMMANFATTNING AV UPPFINNINGEN

5

Syftet med föreliggande uppfinning är att anvisa utvägar att förenkla och förbättra möjligheterna att reglera funktionen hos elektromagnetiska anordningar enligt ingressen till efterföljande patentkrav 1, varjämte bättre förutsättningar för rationell lindningsproduktion och -montering skall skapas.

Det grundläggande syftet med föreliggande uppfinning uppfylls genom att reglerinrättningen är anordnad att reglera frekvens, amplitud och/eller fas vad avser elektrisk energi till/från anordningen genom att reglerinrättningen innefattar organ för reglering av det magnetiska flödet i magnetkretsen.

Föreliggande uppfinning baserar sig fölaktligen på idén att genom flödesreglering direkt påverka det magnetiska flödet i magnetkretsen i önskat avseende för att därigenom kunna reglera anordningens funktion. Därmed erhålls ett mycket rationellt och kostnadseffektivt utförande, varjämte erbjuder sig ökade möjligheter till reglering i och för uppnående av en optimerad drift.

25 Enligt ett speciellt föredraget utförande av uppfinningen innefattar reglerorganet minst en till magnetkretsen induktivt kopplad reglerlindning. Via reglerlindningen är fölaktligen reglerinrättningen kapabel att effektuera erforderlig reglering av magnetflödet i magnetkretsen genom att via reglerlindningen applicera sådana reglerparametrar att det i magnetkretsen flytande magnetflödet påverkas i erforderlig utsträckning. Reglerlindningen skulle till och med kunna kortslutas. Magnetflödet kan då i vissa utföranden icke passera reglerlindningen. I beroende av magnetkretsens utförande kan partiell eller total blockering av magnetflödet uppstå.

30 35 Exempel på styrfunktioner som kan uppnås med den uppfinningensliga lösningen är spänningsförändring och -stabilisering, eliminering av transienter, dämpning av oscillationer i kraftnätet,

1997-11-26

4

Huvudfönen Kassan

bortfiltrering av övertoner, frekvensjusteringar och fasanpassningar (därest separat reglering för faserna ombesörjes). Det påpekas därvid att den uppfinningsenliga reglerinrättningen kan vara anordnad att till det magnetiska flödet i magnetkretsen addera ett magnetiskt tillskottsflöde, det vill säga att reglerinrättningen skulle kunna fungera för direkt energitillförsel.

Den uppfinningsenliga regleringen av magnetflödet i magnetkretsen innebär vid exempelvis en transformator att god reglering kan ut-
10 övas över sekundärlindningsspänningen så att denna uppfyller upp-
ställda krav trots besvärliga fluktuationer vad gäller primärspän-
ninggen eller den till sekundärlindningen anslutna belastningen.

● Ytterligare detaljer och fördelar med den uppfinningsenliga flödes-
15 regleringen i magnetkretsen kommer att framgå av följande detalje-
rade beskrivning.

Inom ramen för uppfinningen ligger också att åtminstone en av den
20 elektromagnetiska anordningens lindningar eller åtminstone en del
av denna lindning innehåller minst en böjlig elektrisk ledare med ett
hölje, som är magnetiskt permeabelt men kapabelt att väsentligen
innesluta det kring ledaren uppstående elektriska fältet. Uttryckt i
andra ordalag innebär detta att den böjliga elektriska ledaren och
25 dess hölje (i form av ett isolationssystem) är bildade medelst en
böjlig kabel. Detta innebär väsentliga fördelar vad avser tillverkning
och montering jämfört med hittills konventionella styva lindningar i
prefabricerad form. Det enligt uppfinningen använda
● isolationssystemet innebär dessutom avsaknad av gas- och
värtskeformiga isolationsmedier.

30
...:
...:
...:
...:
...:
35 Genom att vid uppfinningen det kring den elektriska ledaren i kabeln
uppstående elektriska fältet väsentligen inneslutas i isolationssys-
temet reducerar uppfinningen uppkommande förluster så att följakt-
ligen anordningen kan fungera med en högre verkningsgrad. Reduk-
tionen av förlusterna ger i sin tur upphov till lägre temperatur i an-
ordningen, vilket reducerar kylbehovet och gör att eventuellt före-
kommande kylanordningar kan utformas enklare än i avsaknad av
denna aspekt av uppfinningen.
...:
...:

1997 -11- 26

5

Huvudfaxen Kassan

Vad gäller uppföringen i dess skepnad av roterande elektrisk maskin skapas därmed förutsättningar för att driva maskinen med så hög spänning att konventionella "step up"-transformatorer kan uteslutas. Maskinen kan således drivas med väsentligt högre spänning än maskiner enligt teknikens ståndpunkt för att utföra direkt-

5 anslutning till elkraftnät. Detta medför väsentligt lägre investeringskostnader för system med en roterande elektrisk maskin och systems totala verkningsgrad kan ökas. Uppfinningen eliminerar behovet av särskilda fältstyrningsåtgärder vid vissa områden av lindningen, vilka fältstyrningsåtgärder varit nödvändiga enligt tidigare teknik. En ytterligare fördel är att uppföringen gör det lättare att åstadkomma under- och övermagnetisering i ändamål att reducera reaktiva effekter uppkommende när spänning och ström är ur fas med varandra.

10

15 Vad beträffar uppföringsaspekten som krafttransformator/ reaktor elimineras uppföringen framför allt behovet av oljefyllning av krafttransformatorerna och därav följande problem och nackdelar.

20 Utformningen av lindningen så att den utmed åtminstone en del av sin längd innehåller en isolering bildad av ett fast isoleringsmaterial, innanför denna isolering ett inre skikt och utanför isoleringen ett yttre skikt med dessa skikt av halvledande material skapar möjlighet att innehålla det elektriska fältet i hela anordningen inom lindningen. Med det här använda uttrycket "fast isoleringsmaterial" avses att lindningen skall sakna vätske- eller gasformig isolering, till exempel i form av olja. Istället avses isoleringen vara bildad av ett polymert material. Också det inre och yttre skiktet är bildade av ett polymert material, dock ett halvledande sådant.

25

30 Det inre skiktet och den fasta isoleringen är fast förbundna med varandra över väsentligen hela gränsytan. Även det yttre skiktet och den fasta isoleringen är fast förbundna med varandra över väsentligen hela gränsytan däremellan. Det inre skiktet fungerar potentialutjämnande och därmed utjämnande vad avser det elektriska fältet utanför det inre skiktet som en konsekvens av dess halvledande egenskaper. Det yttre skiktet avses likaledes vara utformat av ett halvledande material och har åtminstone en elektrisk konduktivitet

35

1997 -11- 26

6

Huvudfoxen Kassan

som är högre än den hos isolationen för att det yttre skiktet genom anslutning till jord eller eljest relativt låg potential skall förmå dels att fungera potentialutjämnande, dels att i huvudsak innehålla det på grund av nämnda elektriska ledare uppstående elektriska fältet
5 innanför det yttre skiktet. Å andra sidan bör det yttre skiktet ha en resistivitet som är tillräcklig för att minimera de elektriska förlusterna i detsamma.

Den fasta förbindningen mellan isoleringsmaterialet och de inre och
10 yttre halvledande skikten skall vara så likformig över väsentligen hela gränsytan att inga kaviteter, porer eller dylikt uppstår. Vid de höga spänningsnivåer som avses enligt uppfinningen kommer den elektriska och termiska belastningen som kan uppstå att ställa synnerligen höga krav på isoleringsmaterialet. Det är känt att så
15 kallade partial discharges, PD, generellt utgör ett allvarligt problem för isoleringsmaterial vid högspänningsanläggningar. Om kaviteter, porer eller dylikt uppstår kan vid höga elektriska spänningar inre koronaurladdningar uppstå, varvid isoleringsmaterialet gradvis bryts ned och detta till slut kan leda till elektriskt genomslag genom
20 isoleringen. Detta kan medföra allvarliga haverier hos den elektromagnetiska anordningen. Isoleringen bör således vara homogen.

Det inre skiktet innanför isoleringen skall ha en elektrisk ledningsförmåga som är lägre än den hos den elektriska ledaren men tillräcklig för att det inre skiktet skall fungera potentialutjämnande och därmed utjämnande vad avser det elektriska fältet utanför det inre skiktet. Detta i kombination med den fasta förbindningen av det inre skiktet och isoleringen över väsentligen hela gränsytan, det vill säga frånvaron av kaviteter etc, innebär ett väsentligen likformigt
25 elektriskt fält utanför det inre skiktet och minimal risk för PD.

Det föredrages att det inre skiktet och den fasta isoleringen utgörs av material med väsentligen lika termiska utvidgningskoefficienter. Detsamma föredras vad beträffar det yttre skiktet och den fasta isoleringen. Detta innebär att de inre och yttre skikten och den fasta isoleringen kommer att bilda ett isolationssystem som vid temperaturförändringar utvidgar sig respektive drar sig samman likformigt såsom en monolitisk del utan att dessa temperaturförändringar ger

1997 -11- 26

7

Huvudfaxon Kassan

upphov till någon destruktion eller söndring i gränsytorna. Således säkerställs intim vidhäftning i kontaktytan mellan de inre och yttre skikten och den fasta isoleringen och förutsättningar för att vidmakthålla denna vidhäftning under långa driftsperioder. Vidhäft-

5 ningen skall vara av den arten att vidhäftningen mellan åtminstone det i det inre skiktet och den fasta isoleringen och företrädesvis också det yttre skiktet och den fasta isoleringen säkerställs också vid de böjningar som den elektriska ledningen och isolationssystemet kommer att underkastas. Det påpekas här att kabeln för att 10 kunna utföra trädningen av lindningen bör vara böjlig i en krökningsradie som är mindre än 25 gånger kabeldiametern, företrädesvis mindre än 15 gånger kabeldiametern. Det mest föredragna är att kabeln är böjlig ned till en krökningsradie som är mindre än eller väsentligen lika med 8 gånger kabeldiametern.

15 Det är väsentligt att isolationssystemet består av material med en god elasticitet. Materialens E-modul bör vara förhållandevis låg, det vill säga att materialens deformationsmotstånd skall vara förhållandevis lågt. För att undvika att i gränszonen mellan olika skikt ingående i isolationssystemet äventyrliga skjuvspänningar uppstår föredrages att elasticiteten (E-modulen) hos de i isolationssystemet ingående skikten är väsentligen lika.

25 Den elektriska belastningen på isolationssystemet minskar som en följd av att de av halvledande material bestående inre och yttre skikten kring isoleringen kommer att tendera att utgöra väsentligen ekvipotentiella ytor och att därigenom det elektriska fältet i själva isoleringen kommer att fördelas relativt jämnt över isoleringens tjocklek.

30 Det är känt att högspänningskablar för överföring av elektrisk energi kan vara uppbyggda av ledare med en isolering av ett fast isoleringsmaterial med inre och yttre skikt av halvledande material. Vid överföring av elektrisk energi så har man sedan länge tagit fasta på att isoleringen skall vara fri från defekter. Vid högspänningskablar för transmission ändras dock ej den elektriska potentialen utmed kabelns längd utan potentialen ligger i princip på samma nivå. Dock kan även vid högspänningskablar för transmissions bruk uppstå

1997 -11- 26

8

Huvudförexen Kassan

momentana potentialskillnader på grund av transienta förlopp, såsom vid åsknedslag. Enligt föreliggande uppfinning utnyttjas vid den elektromagnetiska anordningen som lindning en böjlig kabel utförmed enligt efterföljande krav.

5

En ytterligare förbättring kan åstadkommas genom att den elektriska ledaren i lindningen är uppbyggd av mindre så kallade kardeler, av vilka åtminstone vissa är isolerade från varandra. Genom att göra dessa parter med relativt litet tvärsnitt, företrädesvis närmel-

10 sevis runt, så kommer det magnetiska fältet över parterna att uppvisa en konstant geometri i förhållande till fältet och uppkomsten av virvelströmmar minimeras därmed.

● 15 Lindningen utgöres enligt uppfinningen således företrädesvis av en kabel innefattande den elektriska ledaren och det tidigare beskrivna isolationssystemet, varvid detta inre skikt sträcker sig kring ledarens parter. Utanför detta inre halvledande skikt finns kabelns huvudisolation i form av ett fast isoleringsmaterial.

20 Det yttre halvledande skiktet skall enligt uppfinningen uppvisa sådana elektriska egenskaper att en potentialutjämning utmed ledaren säkerställs. Dock får det yttre skiktet icke uppvisa sådana ledningsegenskaper att en ström kommer att ledas utmed ytan, vilket skulle ge uppkomst till förluster som i sin tur kan orsaka oönskad
25 termisk belastning. För de inre och yttre skikten gäller de motståndsuppgifter (vid 20°C) som definieras i efterföljande krav 22 och 23. För det inre halvledande skiktet gäller att det måste uppvisa tillräcklig elektrisk ledningsförmåga för att säkerställa potentialutjämning för det elektriska fältet men samtidigt måste detta skikt
30 uppvisa sådan resistivitet att inneslutningen av det elektriska fältet säkerställs.
...:

Det är viktigt att det inre skiktet utjämnar oregelbundenheter hos ledarens yta och bildar en ekvipotentialyta med hög ytfinish vid gränsytan mot den fasta isoleringen. Det inre skiktet kan bildas med varierande tjocklek men för att säkerställa en jämn yta med avseende på ledaren och den fasta isoleringen är tjockleken lämpligen mellan 0,5 och 1 mm.

1997-11-26

9

Huvudfaxen Kassan

En sådan böjlig lindningskabel som kommer till användning enligt föreliggande uppfinning vid dess elektromagnetiska anordning är en vidareutveckling av den i och för sig för transmissionsändamål använda PEX-kabeln eller en kabel med EP-gummisolation. Vidareutvecklingen innefattar bland annat ett nytt utförande både vad den elektriska ledarens parter beträffar och också att kabeln, åtminstone vid vissa utföranden, icke avses ha något yttre hölje för mekaniskt skydd av kabeln. Dock är det möjligt enligt uppfinningen att utanför det yttre halvledande skiktet anordnas en ledande metallskärm och en yttre mantel. Metallskärmen kommer därvid att erhålla karaktären av yttre mekaniskt och elektriskt skydd, exempelvis mot åsknedslag. Det föredrages att det inre halvledande skiktet kommer att ligga på den elektriska ledarens potential. För detta ändamål avses åtminstone en av den elektriska ledarens kardeler vara isolerad och så anordnad att god elektrisk kontakt åstadkommes med det inre halvledande skiktet. Alternativt kan olika kardeler vara växelvis ledande med elektrisk kontakt mot det inre halvledande skiktet. Att tillverka transformator- eller reaktorlindningar av en böjlig kabel enligt ovan innebär drastiska skillnader vad gäller den elektriska fältfordelningen mellan konventionella krafttransformatorer/reaktorer och en krafttransformator/reaktor enligt uppfinningen. Den avgörande fördelen med en kabelformad lindning enligt uppfinningen är att det elektriska fältet är inneslutet i lindningen och att det således inte finns något elektriskt fält utanför det yttre halvledande skiktet. Det av den strömförande ledaren åstadkomna elektriska fältet uppträder endast i den fasta huvudisoleringen. Både ur konstruktions- och tillverkningssynpunkt innebär det väsentliga fördelar:

- 30 - Transformatorns lindningar kan utformas utan att behöva ta hänsyn till någon elektrisk fältfordelning och den under teknikens ståndpunkt omtalade transformeringen av parter bortfaller.
- 35 - Transformatorns kärnkonstruktion kan utformas utan att behöva ta hänsyn till någon elektrisk fältfordelning.

1997-11-26

10

Huvudfaxen Kassan

- Det behövs ingen olja för elektrisk isolation av lindningen, det vill säga lindningens omgivande medium kan vara luft.

5 - Inga speciella anslutningar krävs för elektrisk förbindelse mellan transformatorns yttersta anslutningar och de närmaste anslutna spolarna/lindningarna eftersom den elektriska anslutningen till skillnad från konventionella anläggningar är integrerad med lindningen.

10 - Den tillverknings- och provningsteknologi som behövs för en krafttransformator enligt uppfinningen är väsentligt enklare än för en konventionell krafttransformator/reaktor eftersom de under teknikens ståndpunkt beskrivna impregnerings-, torknings- och vakuumbehandlingarna med mera ej är behövliga.

15 Vid tillämpning av uppfinningen som en roterande elektrisk maskin uppstår en väsentligt reducerad termisk påkänning på statorn. Tillfälliga överbelastningar av maskinen blir därmed mindre kritiska och det blir möjligt att driva maskinen vid överlast under längre tid
20 utan att riskera skador. Detta innebär stora fördelar för kraftverksägare som vid störningar idag snabbt tvingas koppla om till andra utrustningar för att säkerställa lagstadgade leveranskrav.

25 Med en roterande elektrisk maskin enligt uppfinningen kan underhållskostnaderna minska väsentligt tack vare att transformator samt brytare inte behöver ingå i systemet för att koppla maskinen mot kraftnätet.

30 Ovan har redan beskrivits hurusom det yttersta halvledande skiktet hos lindningskabeln avses bli anslutet till jordpotential. Avsikten är därvid att skiktet utmed lindningskabelns hela längd skall hållas på väsentligen Jordpotential. Det är möjligt att upp dela det yttersta halvle-
35 dande skiktet genom avskärning i ett antal utmed lindningskabelns längd fördelade avsnitt, varvid varje enskilt skiktavsnitt kan anslutas direkt till jordpotential. Därmed skapas förutsättning för större likformighet utmed lindningskabelns längd.

1997 -11- 26

11

Huvudförsen Kassan

Ovan har nämnts hurusom den fasta isoleringen och de inre och yttre skikten kan åstadkommas genom exempelvis extrudering. Andra tekniker är emellertid också väl möjliga, exempelvis bildning av dessa inre och yttre skikt respektive isoleringen med hjälp av

5 påsprutning av materialet ifråga.

Det föredrages att lindningskabeln utformas med ett cirkulärt tvär-snitt. Dock kan också andra tvärsnitt komma till användning i fall där man önskar erhålla bättre packningstäthet.

10

För att bygga upp spänning i den roterande elektriska maskinen läggs lindningskabeln i flera på varandra följande varv i spår i magnetkärnan. Lindningen kan utföras såsom en flerskiktad koncentrisk kabellindning för att minska antalet härvändskorsningar. Kabeln kan

15 utföras med trappad isolation för att bättre utnyttja magnetkärnan, varvid spårens utformning också kan anpassas till lindningens av-trappade isolation.

20 En väsentlig fördel vid uppfinningens tillämpning vid en roterande elektrisk maskin är att det elektriska fältet är nära noll i härvänds-regionen utanför den yttre halvledaren och att med jordpotential på det yttre halvledande skiktet behöver inte det elektriska fältet styras. Detta innebär att man inte kan få några fältkoncentrationer varken inom kärnan, i härvändsregioner eller i övergången mellan

25 dessa.

30 Vid ett förfarande för tillverkning av en anordning enligt uppfinningen utnyttjas såsom lindning en böjlig kabel som träds in i öppningar utformade i spår i en magnetisk kärna hos den roterande elektriska maskinen. Kabeln bøjlighet medför att en kabellängd kan förläggas i flera varv i en härva. Härvänderna kommer då att utgöras av böjzoner hos kablarna. Kabeln kan även skarvas på så sätt att dess egenskaper förblir konstanta över kabellängden. Detta förfarande innebär väsentliga förenklingar jämfört med teknikens ståndpunkt. De s k röbelstavarna är ej böjliga utan måste förformas till önskad form. Isolerlindning och impregnering av härvorna är också synnerligen komplicerade och dyrbar teknik vid framställning av roterande elektriska maskiner av idag.

1997-11-26

12

Huvudforsen Kassan

Sammanfattningsvis gäller således att en elektromagnetisk anordning i form av en roterande elektrisk maskin enligt uppfinningen innebär ett betydande antal viktiga fördelar relativt motsvarande maskiner enligt teknikens ståndpunkt. För det första kan den uppfinningsenliga maskinen anslutas direkt till ett kraftnät vid alla typer av högspänning. En annan väsentlig fördel är att jordpotential konsekvent har förts längs åtminstone en del av och företrädesvis längs hela lindningen, vilket innebär att härvändsregionen kan göras kompakt och att stagnationsanordningar i härvändsregionen kan anbringas på, i det närmaste, jordpotential. Såsom ovan redan påpekats med avseende på krafttransformatorer/reaktorer försätts också vid roterande elektriska maskiner oljebaserade isolations- och kylsystem. Detta innebär att inga tätningsproblem uppstår och att den tidigare omtalade dielektriska ringen inte längre behövs. Väsentligt är också att all forcerad kylning kan ske på jordpotential.

KORT BESKRIVNING AV RITNINGARNA

Under hänvisning till bifogade ritningar följer nedan en närmare beskrivning av såsom exempel anförlade utföranden av uppfinningen.

På ritningarna är:

Fig 1 en schematisk vy illustrerande en uppfinningsenlig anordning i form av en transformator,

fig 2 en schematisk vy av en transformatorvariant,

fig 3 en schematisk vy av en ytterligare transformatorvariant,

fig 4 en vy av ett utförande liknande det i fig 3 men avseende en reaktor,

fig 5 är en schematisk vy illustrerande ett generatorutförande,

fig 6 en delvis skuren vy visande de i den aktuella modifierade standardkabeln ingående delarna.

1997 -11- 26

13

Huvudfaxes Kassan

fig 7 en axiell ändvy av en sektor/poldelning hos en magnetkrets enligt uppfinningen,

5 fig 8 en vy visande den elektriska fältfördelningen kring en lindning hos en konventionell krafttransformator/reaktor,

fig 9 en perspektivisk vy illustrerande en utföringsform av en krafttransformator enligt uppfinningen,

10 fig 10 en tvärsnittsvy illustrerande en relativt fig 1 modifierad kabelstruktur med flera elektriska ledare, och

● 15 Fig 11 ett tvärsnitt av en ytterligare kabelstruktur omfattande flera elektriska ledare men i en annan anordning än den i fig 6.

BESKRIVNING AV FÖREDRAGNA UTFÖRANDEFORMER

20 Den i fig 1 illustrerade elektromagnetiska anordningen har formen av en transformator. Denna upptar en magnetkrets 1 och två elektriska kretsar 2, 3 vardera innefattande åtminstone en spolformad lindning 4 respektive 5.

25 I exemplet illustreras hurusom transformatorn upptar en kärna 6 av ett magnetiskt material. Kärnan består lämpligen av ett paket av magnetiska skivor för att reducera virvelströmsförluster. Det påpekas emellertid att det icke är någon förutsättning för uppfinningens tillämpning att en kärna verkligen föreligger. Luftlindade utföranden etc är således väl möjliga inom ramen för uppfinningstanken. Härav 30 följer att begreppet magnetkrets skall tolkas i vid bemärkelse. Begreppet ifråga innebär således icke mer än att av förekommande lindningar 4, 5 genererade magnetfält skall vara kapabla att generera ett magnetiskt flöde.

35 Den uppfinningsenliga anordningen innefattar en generellt med 7 betecknad inrättning för att reglera funktionen hos transformatorn. Denna reglerinrättning 7 är anordnad att reglera frekvens, amplitud och/eller fas vad avser elektrisk effekt som lämnar transformatorn. I

1997 -11- 26

14

Huvudfönen Kassan

exemplet bildar den elektriska kretsen 2 transformatorns primärsida medan den elektriska kretsen 3 utgör transformatorns sekundärsida. Effekt från anordningen avgår således via sekundärkretsen 3, till vilken en schematiskt med 8 anslutning är kopplad. Denna
5 belastning kan vara av godtyckligt slag, exempelvis rena förbrukare men också distributions- och transmissionsnät.

Reglerinrättningen 7 innehåller organ 9 för reglering av det magnetiska flödet i magnetkretsen 1. Reglerorganet 9 inkluderar i exemplet minst en till magnetkretsen 1 induktivt kopplad reglerlindning. I
10 exemplet är denna reglerlindning 9 lindad kring ett parti av kärnan 6. I ett kärnlöst transformatorutförande måste reglerlindningen 9 samordnas så med primär- och sekundärlindningarna 4 respektive 5 att det i den kärnlösa magnetkretsen inducerade magnetiska flödet
15 är induktivt kopplat till reglerlindningen 9.

Reglerinrättningen 7 tänkes enligt ett föredraget utförande av uppfinningen vara av aktiv typ, det vill säga att styrinrättningen 7 skall vara anordnad att aktivt styra via reglerlindningen 9 så att det magnetiska flödet i magnetkretsen 1 erhåller önskad karaktär. Det föredrages därvid att reglerinrättningen 7 inbegriper en yttre kraftkälla så att reglerinrättningen 7 skall vara kapabel att reglera det magnetiska flödet genom magnetkretsen 1 genom att bringa en ström att flyta genom lindningen 9. Uppfinningen speciellt fördelaktig i
20 samband med högspänningstillämpningar. Detta innebär följaktligen att förhållandevis hög spänning normalt avses vara förknippad med de elektriska kretsarna 2 och 3. För regleringsändamål räcker det emellertid i ett sådant fall att reglerinrättningen 7 bringar en relativt
25 hög ström att flyta i lindningen 9 med en relativt låg spänning. För regleringsändamål kan därvid reglerinrättningen 7 vara anordnad att till det magnetiska flödet i magnetkretsen 1 addera ett magnetiskt tillskottsförande. Detta tillskottsförande kommer att adderas till det ejest förekommende flödet och genom lämplig styrning av detta tillskottsförande kan önskade parametrar med avseende på den via sekundärkretsen 3 utgående effekten uppnås. Som underlag för sin reglerfunktion kan inrättningen 7 vara anordnad att från en spänningsmätanordning 10 erhålla en spänningsinformation avseende spänningen i sekundärkretsen och/eller över belastningen 8. Ett strömm-

1997 -11- 26

15

Huvudfören Kassan

mätningsorgan 11 tjänstgör för strömmätning i sekundärkretsen 3. Tillskottsflodet som genereras via reglerinrättningen 7 kan såsom tidigare nämnts nyttjas för att reglera frekvens, amplitud och/eller fas vad avser den via sekundärkretsen 3 utgående effekten.

5

Det påpekas att reglerinrättningen 7 kan vara anordnad att via en ingång 12 erhålla externa reglerinstruktioner.

Det påpekas vidare att reglerinrättningen 7 kan vara anordnad att
10 effektuera en passiv reglering via reglerlindningen 9. Med passiv reglering i detta avseende menas att kraft från någon yttre källa icke nyttjas för regleringen. I detta sammanhang påpekas att styrinrättningen 7 kan vara kapabel att över reglerlindningen 9 inkoppla ett eller flera passiva element, såsom resistorer,
15 kapacitanser eller induktanser kopplade i serie eller parallellt. Dylika passiva element kopplade till reglerlindningen 9 på ett ett för ändamålet anpassat sätt möjliggör således olika inverkningar på det magnetiska flödet, vilka inverkningar i sin tur resulterar i konsekvenser vad beträffar frekvens, amplitud och/eller fas vad avser
20 den elektriska effekten från anordningen.

25

I fig 1 framgår också hurusom anordningen på primärsidan uppvisar en spänningsmatanordning 13 och en strömmatanordning 14 i likhet med vad som förekommer på sekundärsidan.

I fig 2 illustreras ett transformatorutförande som skiljer sig från det nyss i fig 1 beskrivna blott i det avseendet att den magnetiska kretsen 1 här innehåller en kärna 6 som innehåller ett ytterligare ben 16 utöver det i fig 1 på sekundärsidan förekommande, med 15 betecknade och det på primärsidan förekommande och med 17 betecknade. Detta innebär således att kärnan 6 enligt fig 2 kommer att bilda två olika flödesbanor schematiskt angivna med 18 respektive 19. Reglerlindningen 9a är här anbragt kring det centrala benet 16, det vill säga vid flödesbanan 18, som givetvis genomgår transformatorns primärlindning 4. Den andra flödesbanan 19 där emot passerar förbi reglerlindningen 9a via sekundärlindningen 5. Via reglerinrättningen 7 är det nu möjligt att medelst reglerlindningen 9a påverka magnetflödet i benet 16, vilket i sin tur kommer

att påverka magnetflödet i benet 15 genom sekundärsidans lindning
5. Uttryckt i andra ordalag är således reglerlindningen 9a här enbart
förknippad med en av de två flödesbanorna.

5 Varianten i fig 3 innebär tilläggande av en ytterligare reglerlindning
9b2 till den redan förekommande 9b1. Dessa två reglerlindningar
anordnas kring var sin av benen 16b, 15b, det vill säga att dessa
reglerlindningar 9b1 och 9b2 kommer att höra till var sin av flödes-
banorna 18, 19. Reglerinrättningen 7b innehåller här en reglerings-
10 enhet 20, som i sin tur styr reglerelement 21 respektive 22 samord-
nade med reglerlindningarna 9b1 respektive 9b2. Genom att aktivt
eller passivt styra reglerelementen 21, 22 via reglerenheten 20 kan
anpassning göras så att det magnetiska flödet antingen går igenom
blott en av flödesbanorna 18, 19 eller uppdelas på dessa.

15 I anslutning till fig 3 må också nämnas att transformatorns sekun-
därlindning 4b innehåller åtminstone två seriekopplade lindningsde-
lar 23 respektive 24. Huvudlindningsdelen 23 genomflytes av mag-
netflödet i båda flödesbanorna 18, 19 medan lindningsdelen 24 blott
20 genomflytes av flödet i flödesbanan 19. Detta innebär således att
när medelst reglerlindningarna 9b1 och 9b2 magnetflödet tillåts att
passera endast genom benet 16b något magnetflöde icke går ige-
nom lindningsdelen 24. Detta innebär således en lägre utgående
spänning än vad som gäller för driftsfallet när magnetflödet pas-
25 serar helt genom flödesbanan 19 än när då båda sekundärlindningsde-
larna 23 och 24 genomflytes av det totala magnetflödet. I ett sådant
driftsfall avses följaktligen reglerlindningen 9b1 ha brutit magnetflö-
det genom benet 16b helt eller åtminstone delvis.

30 I fig 4 illustreras ett reaktorutförande i någon mån páminnande om
transformatorn enligt fig 3. Skillnaden består i att reaktorn saknar
sekundärsida så att istället dess effektlindning är uppdelad i två
lindningsdelar 25, 26. Såsom i det föregående utförandet förekom-
mer två reglerlindningar 9c1 och 9c2, medelst vilka magnetflödet
35 kan styras så att det i önskad grad passerar genom lindningsdelen
26. Hela flödet passerar alltid genom lindningsdelen 25.

I fig 5 illustreras ett synnerligen förenklat generatorutförande, vars rotor är betecknad 26. Denna tänkes i. exemplet vara en permanentmagnetsrotor. Det vore emellertid också möjligt att utforma rotorn med fältlindningar. Magnetkretsen 1d uppvisar här en utgående elektrisk krets 5d induktivt kopplad till magnetflödet i kärnan

6d. Kärnan 6d har partier belägna i anslutning till rotorn 26 så att under rotorns rotation permanentmagneterna kommer att generera ett magnetiskt flöde i kärnan. Detta flöde passerar genom den utgående lindningen 5d och alstrar i denna en utgående effekt. Reglerinrättningen 7d innehåller såsom tidigare en reglerlindning 9d induktivt kopplad till magnetkretsen 1d. Mätanordningar 10d respektive 11c för spänning och ström förekommer också här för övervakning av den utgående effekten. Med hjälp av reglerinrättningen 7d kan nu reglerlindningen 9d underkastas för regleringsändamålet erforderlig 15 funktionalitet, passivt eller aktivt i ändamål att bibringa den utgående effekten från generatoren önskade egenskaper med avseende på frekvens, amplitud och/eller fas.

Det betonas att i figurerna ytterst förenklade utförandeformer redovisas och detta närmare bestämt med endast en fas. I realiteten kan utförandena vara väsentligt mer komplicerade, i synnerhet flerfasiga. Antalet lindningar och lindningsdelar kan vara väsentligt större än det som redovisats icke endast vad gäller primär- och sekundärlindningar utan också vad gäller antalet reglerlindningar. Också 25 magnetkretsarna kan ha varierande utförande i beroende av funktionella krav.

Det påpekas speciellt att den omständigheten att enligt uppföringen åtminstone en av förekommande lindningar inbegriper en elektrisk ledare omgiven av två inbördes åtskilda ekvipotentialsikt och en mellan dessa anbragt, fast isolering innebär att det elektriska fältet kring ledaren kommer att väsentligen inneslutas i kabeln så att primär- och sekundärlindningar med mycket stor frihet kan förläggas var som helst på den magnetiska kretsen. Till och 35 med blandning av lindningarna är möjlig. Det påpekas också i detta sammanhang att reglerinrättningen är tillämpbar för transformatorer både av typen med kärna och skal.

1997-11-26

18

Huvudfoten Kassan

I synnerhet vid högspänningstillämpningar är nyss beskriven utformning av lindningen lämplig. Det påpekas därvid att normalt reglerlindningen/reglerlindningarna 9 kommer att vara på lägre potential än effektlindningarna, varför reglerlindningen/reglerlindningarna icke nödvändigtvis måste vara utformade med sådant isolationssystem som åtminstone någon av effektlindningarna.

En viktig aspekt för att kunna nå fram till en elektromagnetisk anordning i enlighet med uppföringen är att för åtminstone en av lindningarna, bortsett från reglerlindningen/-lindningarna använda en ledarkabel med fast elektrisk isolering, med ett inre halvledande skikt mellan isoleringen och en eller flera innanförliggande elektriska ledare och med ett yttre halvledande skikt beläget utanför isoleringen. Sådana kablar finns som standardkablar för andra krafttekniska användningsområden, nämligen krafttransmission. För att kunna redogöra för en utföringsform skall inledningsvis ges en kortfattad beskrivning av en standardkabel. Den inre strömförande ledaren består av ett antal kardeler. Kring kardelerna finns ett halvledande inre skikt eller hölje. Utanför detta halvledande inre skikt finns ett isolerande skikt av fast isolering. Den fasta isoleringen bildas av ett polymert material med låga elektriska förluster och hög genomslagsstyrka. Såsom konkreta exempel må nämnas polyeten (PE) och då särskilt tvärbunden polyeten (PEX) och etenpropen (EP). Kring det yttre halvledande skiktet kan vara anordnad en metallskärm och ett yttre isolerande hölje. De halvledande skikten består av ett polymert material, till exempel etensampolymer, med en elektriskt ledande beståndsdel, till exempel ledande sot. En sådan kabel kommer nedan att omtalas som en kraftkabel.

En föredragen utföringsform av en kabel avsedd som lindning i en roterande elektrisk maskin framgår av figur 6. Kabeln 41 visas i figuren som innefattande en strömförande ledare 42 som innefattar transponerade både oisolerade och isolerade kardeler.

Elmaskinmässigt transponerade, fast isolerade kardeler kan också tänkas. Dessa kardeler kan vara slagna/transponerade i ett antal skikt. Kring ledaren finns ett inre halvledande skikt 43 som i sin tur omges av ett homogent skikt av ett fast isoleringsmaterial. I

isoleringen 44 saknas således helt isoleringsmaterial av vätske- och gastyp. Detta skikt 44 omges av ett yttre halvledande skikt 45. Den kabel som används som lindning i den föredragna utföringsformen kan vara försedd med metallskärm och yttre mantel men behöver

5 inte vara detta. För att undvika inducerade strömmar och därmed förknippade förluster i det yttre halvledande skiktet 45 skärs detta av, företrädesvis i härvändsutliggningen, dvs i övergångarna från plåtpaket till härvkorg. Avskärningen utföres så att det yttre halvledande skiktet 45 kommer att uppdelas i flera utmed kabeln fördelade, från varandra elektriskt helt eller delvis åtskilda delar. Varje avskuren del ansluts sedan till jord varvid det yttre halvledande skiktet 35 kommer att hållas på eller nästan på jordpotential i hela kabellängden. Detta innebär att kring den fast isolerade lindningen vid härvändarna har de beröringsbara och de, 10 efter viss tids användning, smutsiga ylorna endast försumbara potentialer till jord samt att de även orsakar försumbara elektriska fält.

15

För att optimera en roterande elektrisk maskin är magnetkretsens 20 utformning vad beträffar spåren respektive tänderna av betydelse. Spåren bör anslutas så nära härvsidornas hölje som möjligt. Det är också önskvärt att tänderna på varje radiell nivå är så breda som möjligt. Detta är viktigt för att minimera maskinens förluster, magnetiseringsbehov m m.

25 Med tillgång till en ledare för lindningen som den ovan omtalade kabeln finns stora möjligheter att kunna optimera magnetkärnan ur nämnda synpunkter. I det följande refereras till en magnetkrets i den roterande elektriska maskinens stator. I figur 7 visas en 30 utföringsform av en axiell ändvy av en sektor/poldelning 46 hos en maskin enligt uppfinningen. Rotor med rotropol är betecknad med 47. Statorn är på konventionellt sätt sammansatt av en laminerad kärna av elplåt successivt sammansatt av sektorformade plåtar. Från ett radiellt ytterst beläget ryggparti 48 av kärnan sträcker sig 35 ett antal tänder 49 radiellt in mot rotorn. Mellan tänderna finns ett motsvarande antal spår 50. Användning av kablar 51 enligt ovan medger bl a att spårens djup för högspänningsmaskiner kan göras större än vad som har varit möjligt enligt teknikens standpunkt.

1997-11-26

20

Huvudförsen Kassan

Spåret har ett mot rotorn avtrappat tvärsnitt eftersom behovet av kabelisolation blir lägre för varje lindningsskikt in mot rotorn. Som det framgår av figuren består spåret av i huvudsak ett cirkulärt tvärsnitt 52 kring varje skikt hos lindningen med smalare 5 midjepartier 53 mellan skikten. Ett sådant spårvärsnitt kan med viss rätt omtalas som ett "cykelkedjespår". Eftersom det i en sådan högspänningsmaskin kommer att behövas ett relativt stort antal skikt och tillgången på aktuella kabeldimensioner vad isolation och ytter halvledare beträffar är begränsat, kan det i praktiken bli svårt 10 att åstadkomma en önskvärd kontinuerlig avtrappning av kabelisolering respektive statorspåret. I det i figur 7 visade utföringsexemplet användes kablar med tre olika dimensioner på kabelisolering, anordnade i tre i överensstämmelse därmed dimensionerade anordningar 54, 55 och 56, dvs att man i praktiken 15 kommer att ha ett modifierat cykelkedjespår. Av figuren framgår också att statortanden 49 kan utformas med en praktiskt taget konstant radiell bredd utmed hela spårets djup.

Det påpekas änyo att de i fig 7 med 54, 55 och 56 betecknade 20 lindningssektionerna motsvarar den i fig 5 med 5d betecknade lindningen. I fig 7 är dock en eller flera lindningar motsvarande reglerlindningen 9 i fig 5 betecknad med hänvisningen 40. Dessa reglerlindningar 40 ligger i exemplet förlagda längst radieellt ut från rotorn. Det påpekas att det icke är nödvändigt att reglerlindningen 9 25 förläggs på den i fig 7 med 40 betecknade platsen.

I en alternativ utföringsform kan den kabel som används som lindning vara en konventionell kraftkabel som den ovan omtalade. Jordningen av det ytter halvledande skiktet 45 sker då genom att 30 kabelns metallskärm och mantel skalas av på lämpliga platser.

Inom ramen för uppfinningen ryms ett stort antal, beroende på tillgängliga kabeldimensioner vad isolation och det ytter halvledarskiktet m m beträffar, alternativa utföringsformer. Även 35 utföringsformer med sk cykelkedjespår kan modifieras utöver vad som här beskrivits.

1997 -11- 26

Huvudforsen Kassan

Som omtalat ovan kan magnetkretsen befina sig i den roterande elektriska maskinens stator och/eller rotor. Magnetkretsens utformning kommer dock i stora drag att motsvara ovanstående beskrivning oberoende av om magnetkretsen befinner sig i statorn

5 och/eller rotorn.

Som lindning används företrädesvis en lindning som kan beskrivas som en flerskiks koncentrisk kabellindning. En sådan lindning innebär att antalet korsningar vid härvändorna har minimerats

10 genom att samtliga härvor inom samma grupp har placerat radieellt utanför varandra. Detta medger också ett enklare förfarande vid tillverkningen och trädningen av statorlindningen i de olika spåren. Genom att den enligt uppfinningen använder kabeln är relativt

15 lättbøjlig låter sig lindningen åstadkommas genom en förhållandevis enkel trädningsoperation, i vilken den böjliga kabeln träds in i de öppningar 52 som finns i spåren 50.

I figur 8 visas förenklat och principiellt den elektriska fältfordelningen kring en lindning hos en konventionell krafttransformator/reaktor, där 57 är en lindning och 58 en kärna och 59 anger ekvipotentiallinjer, dvs linjer där det elektriska fältet har samma storlek. Lindningens nedre del förutsättes befina sig på jordpotential.

25 Potentialfordelningen bestämmer isolationssystemets uppbyggnad eftersom man måste ha tillräcklig isolation både mellan intilliggande varv hos lindningen och mellan varje varv och jord. Av figuren framgår således att den övre av lindningen utsätts för de högsta isolationstekniska belastningarna. En lindnings utformning och placering relativt kärnan bestäms på detta sätt huvudsakligen av

30 den elektriska fältfordelningen i kärnfönstret.

Den kabel som kan komma till användning i de lindningar som ingår i torra krafttransformatorer/reaktorer enligt uppfinningen har beskrivits med ledning av fig 1. Kabeln kan, som omtalat tidigare, vara försedd med andra för speciella ändamål avsedda ytterligare yttre skikt, exempelvis för att förhindra för höga elektriska påkänningar på övriga områden av transformatorn/reaktorn. Ur

1997-11-26

22

Huvudfoxen Kassan

geometrisk dimensionssynpunkt kommer de aktuella kablarna i regel att ha en ledararea som ligger mellan 2 och 3000 mm² och en yttre kabeldiameter som ligger mellan 20 och 250 mm.

5 Lindningar hos en torr krafttransformator/reaktor tillverkad av den under redogörelsen för uppfinningen redovisade kabeln kan komma till användning både vid enfas-, trefas- och flerfas-transformatorer/reaktorer oberoende av hur kärnan är utformad. En utföringsform framgår av figur 8 som visar en trefas laminerad 10 kärntransformator. Kärnan består på konventionellt sätt av tre kärnben 60, 61 och 62 samt de sammanhållande öken 63 och 64. I den visade utföringsformen har både kärnbenen och öken avtrappade tvärsnitt.

15 Koncentriskt kring kärnbenen finns de med kabel utformade lindningarna. Den i figur 9 visade utföringsformen har som det framgår tre koncentriska lindningsvarv 65, 66 och 67. Det innersta lindningsvarvet 65 kan representera primärlindningen och de två övriga lindningsvarven 63 och 64 kan representera 20 sekundärlindningen. För att inte belasta figuren med för många detaljer är lindningarnas anslutningar ej visade. Av figuren i övrigt framgår att i den visade utföringsformen finns på vissa platser runt lindningarna distansskenor 68 och 69 med flera olika funktioner. Distansskenoerna kan vara utformade av isolerande material 25 avsedda att ge ett visst utrymme mellan de koncentriska lindningsvarven för kylining, stagning m m. De kan också vara utformade av elektriskt ledande material för att ingå i lindningarnas jordningssystem.

30 I fig 9 är ej några reglerlindningar 9 inritade.

1997-11-26

23

Huvudfaxon Kassan

ALTERNATIVA KABELUTFORMNINGAR

I den i fig 10 illustrerade kabelvarianten nyttjas lika hänvisningsbeteckningar som tidigare blott med tillfogande av den utförandekarak-

5 täristska bokstaven a. I detta utförande omfattar kabeln flera elektriska ledare 42a, som är inbördes åtskilda med hjälp av isoleringen 44a. Uttryckt i andra ordalag tjänstgör isoleringen 44a både för isolation mellan individuella angränsande elektriska ledare 42 och mellan dessa och omgivningen. De olika elektriska ledarna 42a kan
10 förläggas på olika sätt, något som föranleder varierande tvärsnittsform hos kabeln i dess helhet. I exemplet enligt fig 10 illustreras hurusom ledarna 42a är förlagda på en rät linje, något som föranleder en relativt flat tvärsnittsform hos kabeln. Av detta kan slutsatsen dras att kabelns tvärsnittsform kan variera inom vida gränser.

15

I fig 10 tänkes mellan angränsande elektriska ledare föreligga en spänning som är mindre än fasspänning. Närmare bestämt tänkes de elektriska ledarna 42a i fig 10 vara bildade av olika varv i själva lindningen, något som innebär att spänningen mellan dessa angrän-
20 sande ledare är förhållandevis måttlig.

Såsom tidigare föreligger ett halvledande ytter skikt 45a utanför den av ett fast isoleringsmaterial åstadkomna isoleringen 44a. Ett inre skikt 43a av ett halvledande material är anordnat kring envar av
25 nämnda elektriska ledare 42a, dvs att var och en av dessa uppvisar ett eget omgivande inre halvledande skikt 43a. Detta skikt 43a kommer således att fungera potentialutjämnande vad beträffar den individuella elektriska ledaren.

30 Varianten i fig 11 nyttjar lika hänvisningsbeteckningar som tidigare blott med tillägg av den utförandespecifika bokstaven b. Även här föreligger flera, närmare bestämt 3, elektriska ledare 42b. Mellan dessa tänkes i exemplet fasspänning föreligga, dvs en väsentligt högre spänning än den som föreligger mellan ledare 42a i utföran-
35 det enligt fig 10. I fig 11 föreligger ett inre halvledande skikt 43b, innanför vilket de elektriska ledarna 42b är anordnade. Var och en av de elektriska ledarna 42b är emellertid omsluten av ett eget yt-terligare skikt 70 med egenskaper som motsvarar det inre skiktets

1997-11-26

24

Huvudföaren Kassan

43b ovan diskuterade egenskaper. Mellan varje ytterligare skikt 70 och det kring dessa anordnade skiktet 43b föreligger isoleringsmaterial. Följaktligen kommer skiktet 43b att föreligga som ett potentialutjämnande skikt utanför de elektriska ledarnas egna ytterligare skikt 60 av halvledande material, varvid dessa ytterligare skikt 70 befinner sig i anslutning till respektive elektriska ledare 42b för att förläggas på lika potential som denna.

MÖJLIGA MODIFIKATIONER

10

Det är givet att uppfinningen icke blott är begränsad till de utföranden som ovan redovisats. Således kommer fackmännen inom teknikområdet att inse att en mängd detaljmodifiteringar är möjliga när väl kännedom om den grundläggande uppfinningstanken erhållits

15

utan att för den skull avvika från uppfinningstanken sådan denna definieras i efterföljande patentkrav. Såsom exempel påpekas att uppfinningen icke är begränsad till de specifika materialval som exemplifieras ovan. Funktionellt likvärdiga material kan således användas istället. Vad gäller tillverkningen av isolationssystemet

20

enligt uppfinningen påpekas att också andra tekniker än extruderings och sprutning är möjliga så länge intimitet mellan de olika skiktens uppnås. Vidare påpekas att fler ekvipotentialsikt skulle kunna anordnas. Exempelvis skulle ett eller flera ekvipotentialsikt av halvledande material kunna anbringas i isoleringen mellan de ovan

25

som "inre" och "ytter" betecknade. Är det påpekas att det enligt uppfinningen normalt inte bör vara nödvändigt att utforma reglerlindningarna 9 medelst en sådan böjlig kabel som avhandlas ovan som en konsekvens av att reglerlindningen eller reglerlindningarna normalt ligger på lägre spänning än övriga lindningar hos aktuell elektromagnetisk anordning. Närmare bestämt kan övriga lindningar vara direkta högspänningslindningar. I övrigt påpekas att den exakta reglerprincipen vid utövande av det uppfinningensliga förfarandet kan varieras på en mängd sätt inom ramen för de reglerfunktioner som åsyftas.

35

Inkt Patent och registrering

1997 -11- 26

25

Huvudfaxen Kassan

Patentkrav

1. Elektromagnetisk anordning innehållande åtminstone en magnetkrets (1) och åtminstone en elektrisk krets (2,3) innehållande
5 åtminstone en lindning (4,5), varvid de magnetiska och elektriska kretsarna är induktivt kopplade till varandra och varvid anordningen innehåller en reglerinrättning (7) för att reglera funktionen hos anordningen, *kännetecknad* därav, att reglerinrättningen (7) är anordnad att reglera frekvens, amplitud och/eller fas vad avser
10 elektrisk effekt till/från anordningen genom att reglerinrättningen innehåller organ (9) för reglering av det magnetiska flödet i magnetkretsen, och att den åtminstone ena lindningen (4,5) eller åtminstone en del därav innehåller minst en elektrisk ledare (42) med ett isolationssystem innehållande en elektrisk isolering (44)
15 bildad av ett fast isoleringsmaterial och innanför detta ett inre skikt (43), att den åtminstone ena elektriska ledaren (42) är anordnad innanför det inre skiktet (43) och att det inre skiktet har en elektrisk konduktivitet som är lägre än den elektriska ledarens konduktivitet men tillräcklig för att bringa det inre skiktet (43) att fungera
20 utjämnande vad avser det elektriska fältet utanför det inre skiktet.
2. Anordning enligt krav 1, *kännetecknad* därav, att reglerorganet innehåller minst en till magnetkretsen induktivt kopplad reglerlindning (9).
- 25 3. Anordning enligt krav 1 eller 2, *kännetecknad* därav, att reglerinrättningen (7) är anordnad att reglera reluktansen i magnetkretsen.
- 30 4. Anordning enligt något föregående krav, *kännetecknad* därav, att reglerinrättningen är anordnad att till det magnetiska flödet i magnetkretsen addera ett magnetiskt tillskottsflöde.
- 35 5. Anordning enligt krav 3, *kännetecknad* därav, att i magnetkretsen ingår material med en permeabilitet större än 1 och att reglerinrättningen (7) är anordnad att reglera reluktansen i magnetkretsen genom att variera permeabiliteten hos en eller flera sådana zoner av magnetkretsen som har variabel permeabilitet.

1997-11-26

26

Huvudfaxes Kassan

6. Anordning enligt krav 5, *kännetecknad* därav, att zonen eller zonerna med variabel permeabilitet innehåller ett eller flera gap i magnetkretsen.

5 7. Anordning enligt något föregående krav, *kännetecknad* därav, att magnetkretsen saknar magnetisk kärna.

8. Anordning enligt något av kraven 1-6, *kännetecknad* därav, att lindningen är lindad kring en magnetkärna (6).

10

9. Anordning enligt krav 2 och ett eller flera av resterande krav, *kännetecknad* därav, att reglerlindningen (9) och den elektriska kretsens lindning (4,5) är anordnad att genomflytas av väsentligen samma magnetiska flöde.

15

10. Anordning enligt något föregående krav, *kännetecknad* därav, att anordningen bildar en reaktor anordnad att medelst den åtminstone ena reglerlindningen reglera frekvens, amplitud och/eller fas avseende den elektriska effekt som flyter i den elektriska kretsens lindning (4,5).

20

11. Anordning enligt något av kraven 1-8 eller 10, *kännetecknad* därav, att den elektriska kretsen (2) uppvisar minst två seriekopplade lindningar (23, 24), att magnetkretsen innehåller åtminstone två alternativa flödesbanor (18,19), att den åtminstone ena reglerlindningen är anordnad att styra det magnetiska flödet att passera i någon av eller båda dessa flödesbanor och att den elektriska kretsens båda lindningar är så placerade att den ena av dem medelst sagda åtminstone ena reglerlindning är möjlig att koppla bort från magnetiskt flöde.

25

12. Anordning enligt något av kraven 1-9 eller 11, *kännetecknad* därav, att magnetkretsen är anordnad i statorn eller rotorn till en roterande elektrisk maskin.

30

13. Anordning enligt något av kraven 1-9, *kännetecknad* därav, att magnetkretsen (1) hör till en transformator med primär- och sekundärlindningar (4,5) och att primär- och sekundärlindningarna

samt reglerlindningen (9) är anordnade att genomflytas av samma magnetiska flöde.

14. Anordning enligt något av kraven 1-8 vid en transformator, *kännetecknad* därav, att transformatorns sekundärlindning innehåller
5 åtminstone två seriekopplade lindningsdelar, att magnetkretsen innehåller åtminstone två alternativa flödesbanor (18,19), att åtminstone två förekommande reglerlindningar (9b1,9b2,9c1,9c2) är anordnade att styra det magnetiska flödet att passera i någon av
10 eller båda dessa flödesbanor och att sekundärlindningens båda lindningsdelar är så placerade att den ena av dem medelst reglerlindningarna är möjlig att koppla bort från magnetiskt flöde.

15. Anordning enligt något av kraven 11 och 14, *kännetecknad* därav, att den uppväxer en magnetkärna med åtminstone tre parallellkopplade ben och att två av dessa hör till olika flödesbanor medan det tredje är gemensamt för de två flödesbanorna.

16. Anordning enligt något föregående krav, *kännetecknad* därav,
20 att isolationssystemet utanför isolationen innehåller ett yttre skikt (45), som har en elektrisk konduktivitet som är högre än den hos isolationen för att det yttre skiktet genom anslutning till jord eller eljest relativt låg potential skall förmå att fungera potentialutjämnande.

25 17. Anordning enligt något föregående krav, *kännetecknad* av att det yttre skiktet är anordnat att i huvudsak innehålla det på grund av nämnda elektriska ledare (42) uppstående elektriska fältet innanför det yttre skiktet (45).

30 18. Anordning enligt något av föregående krav, *kännetecknad* därav, att det inre skiktet (43,) och den fasta isoleringen uppväxer väsentligen lika termiska egenskaper.

35 19. Anordning enligt något föregående krav, *kännetecknad* därav.
att det yttre skiktet (45) och den fasta isoleringen uppväxer väsentligen lika termiska egenskaper.

1997-11-26

28

Huvudfoxen Kassan

20. Anordning enligt något av föregående krav, **kännetecknad** därav, att nämnda åtmiljstone ena ledare (42) utgör minst ett induktionsvarv.

21. Anordning enligt något av föregående krav, **kännetecknad** därav,
5 att det inre och/eller ytter skiktet (43, 45) innehåller ett halvledande
material.

22. Anordning enligt något föregående krav, **kännetecknad** därav, att
10 det inre skiktet (43) och/eller det ytter skiktet (45) har en resistivitet
inom området $10^{-6} \Omega\text{cm}$ - $100 \text{k}\Omega\text{cm}$, lämpligen 10^{-3} - $1000 \Omega\text{cm}$,
företrädesvis 1 - $500 \Omega\text{cm}$.

23. Anordning enligt något föregående krav, **kännetecknad** därav, att
15 det inre skiktet (43) och/eller det ytter skiktet (45) har en resistans
som per meter ledare/isolationssystem ligger inom området $50 \mu\Omega$ - $5 \text{M}\Omega$.

24. Anordning enligt något föregående krav, **kännetecknad** därav, att
20 den fasta isoleringen (44) och det inre skiktet (43) och/eller det ytter
skiktet (45) utgörs av polymera material.

25. Anordning enligt något föregående krav, **kännetecknad** därav, att
det inre skiktet (43) och/eller det ytter skiktet (45) och den fasta
25 isoleringen (44) är fast förbundna med varandra över väsentligen hela
gränsytan för att säkerställa vidhäftning även vid böjning och tempera-
turförändring.

26. Anordning enligt något föregående krav, **kännetecknad** därav, att
den fasta isoleringen och det inre skiktet och/eller det ytter skiktet är
30 av material med hög elasticitet för att bibehålla den inbördes vidhäft-
ningen vid påfrestningar under drift.

27. Anordning enligt något föregående krav, **kännetecknad** därav,
att den fasta isoleringen och det inre skiktet och/eller det ytter skiktet
35 är av material med väsentligen lika E-modul.

28. Anordning enligt något föregående krav, **kännetecknad** därav, att
det inre skiktet (43) och/eller det ytter skiktet (45) och den fasta

isoleringen (44) utgörs av material med väsentligen lika termiska utvidgningskoefficienter.

29. Anordning enligt något föregående krav, *kännetecknad* därav, att ledaren (42) och dess isolationssystem utgör en lindning bildad medelst en böjlig kabel (41).

30. Anordning enligt något föregående krav, *kännetecknad* därav, att det inre skiktet (43) är i elektrisk kontakt med den åtminstone ena elektriska ledaren (42).

31. Anordning enligt krav 30, *kännetecknad* därav, att nämnda åtminstone ena elektriska ledare (42) innefattar ett antal kardeler och att åtminstone en kardel hos den elektriska ledaren (42) är åtminstone delvis isolerad och anordnad i elektrisk kontakt med det inre skiktet (43).

32. Anordning enligt något föregående krav, *kännetecknad* därav, att ledaren (42) och dess isolationssystem är utformade för hög spänning, lämpligen över 10 kV, särskilt över 36 kV och företrädesvis över 72,5 kV.

33. Anordning enligt krav 12, *kännetecknad* därav, att magnetkretsen innefattar en eller flera magnetiska kärnor (48) med spår (50) för lindningen (41).

34. Anordning enligt något av kraven 12 och 33-34, *kännetecknad* därav, att den utgörs av en generator, motor eller synkronkompensator.

35. Anordning enligt något av kraven 12 och 33-35, *kännetecknad* därav, att den är direktansluten till ett för hög spänning, lämpligen 36 kV och däröver, utformat elkraftnät utan mellanliggande transformator.

36. Anordning enligt något av kraven 1-11 och 13-32, *kännetecknad* därav, att den utgörs av en krafttransformator/reaktor.

1997-11-26

30

Huvudforsen Kassan

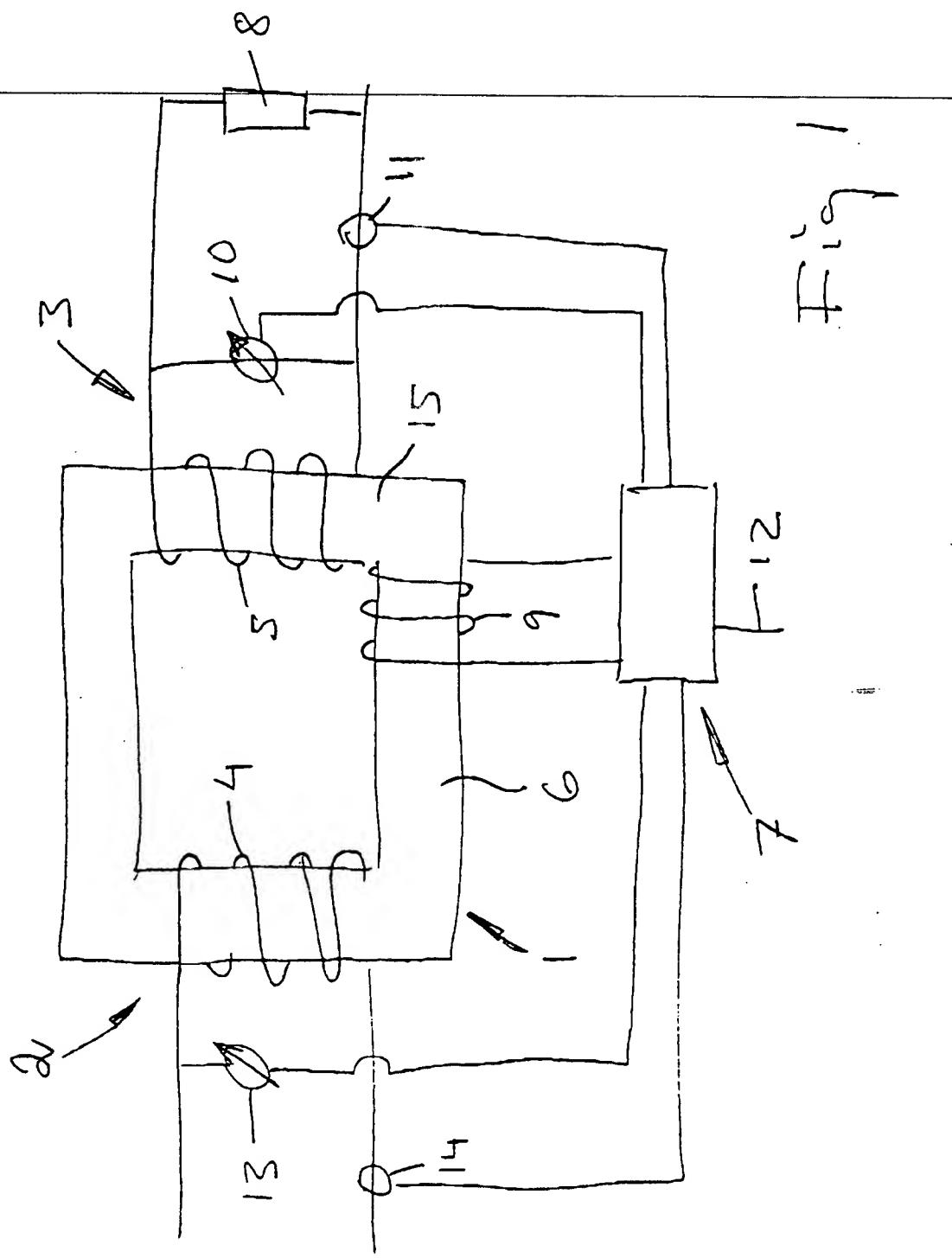
SAMMANDRAG

En elektromagnetisk anordning innehåller en magnetkrets (1) och en åtminstone en elektrisk krets (2, 3) innehållande åtminstone en lindning (4, 5). De magnetiska och elektriska kretsarna är induktivt kopplade till varandra. Anordningen innehåller en reglerinrättning (7) för att reglera funktionen hos anordningen. Denna reglerinrättning är anordnad att reglera frekvens, amplitud och/eller fas vad avser elektrisk effekt till/från anordningen genom att reglerinrättningen innehåller organ (9) för reglering av det magnetiska flödet i magnetkretsen.

(Fig 1)

1997-11-26

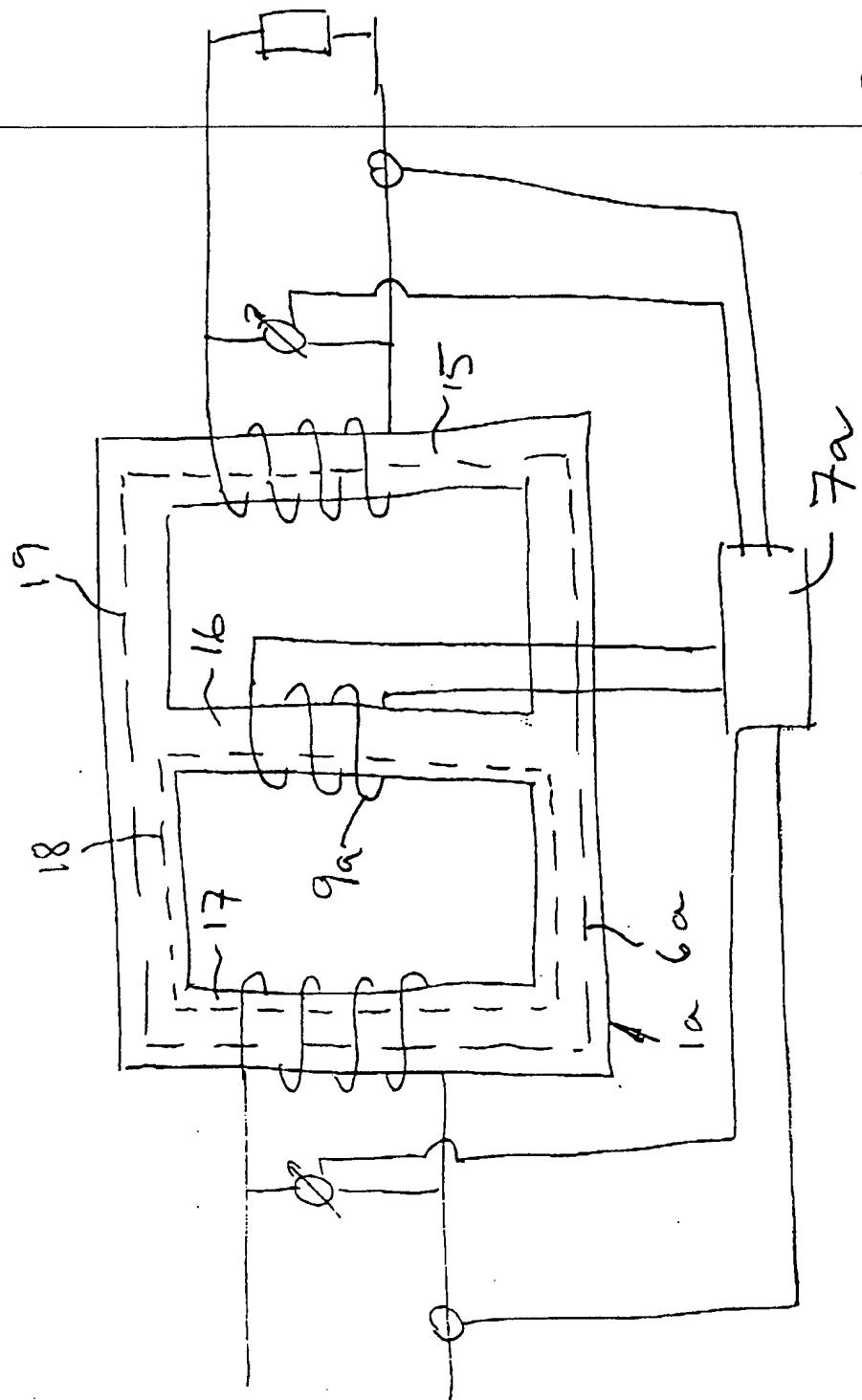
Huvudboxen Kassan



Ink. t Patent- och reg.verket

1997-11-26

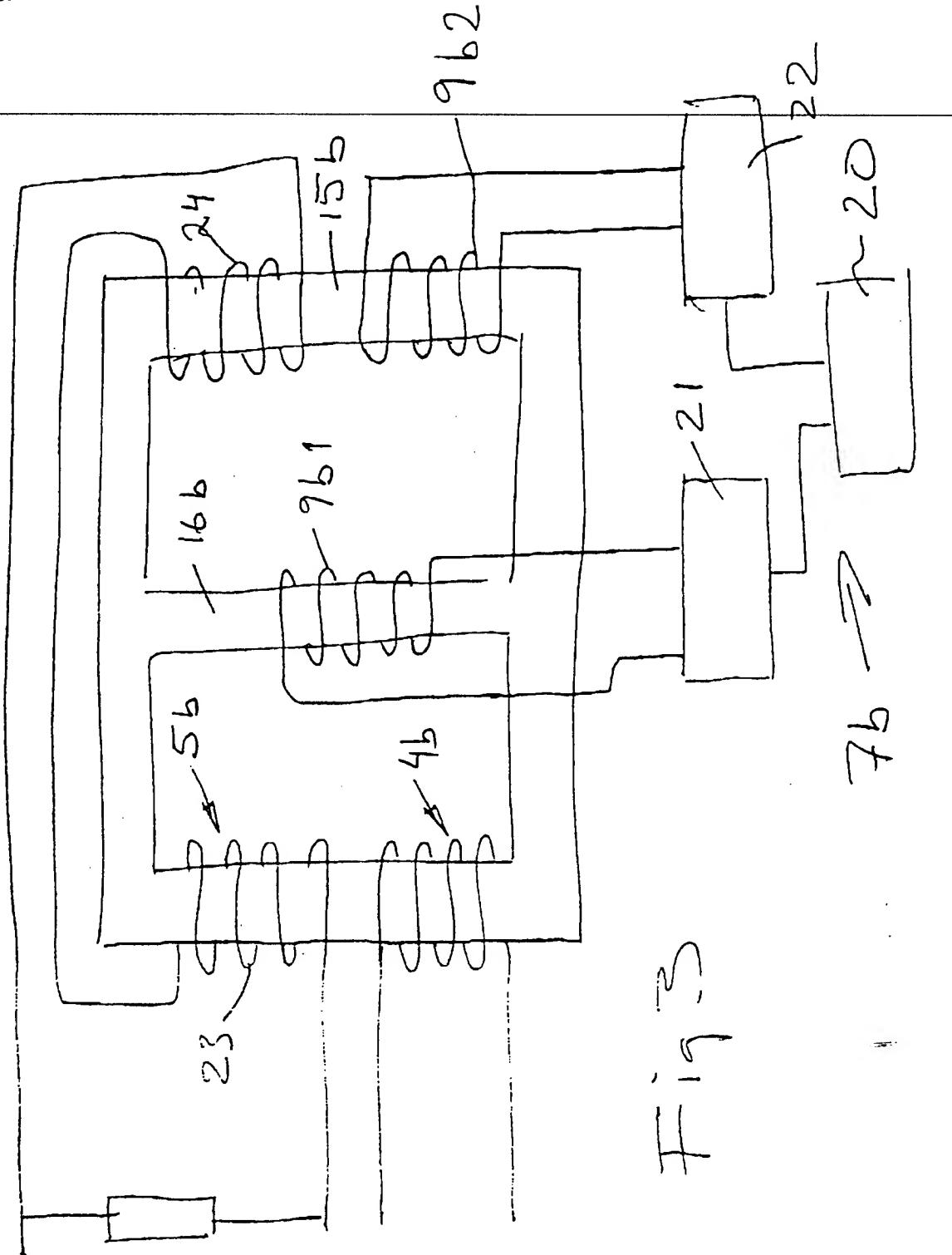
Hovudtakten Kassan



Inl. i Patent- och reg.verket

1997-11-26

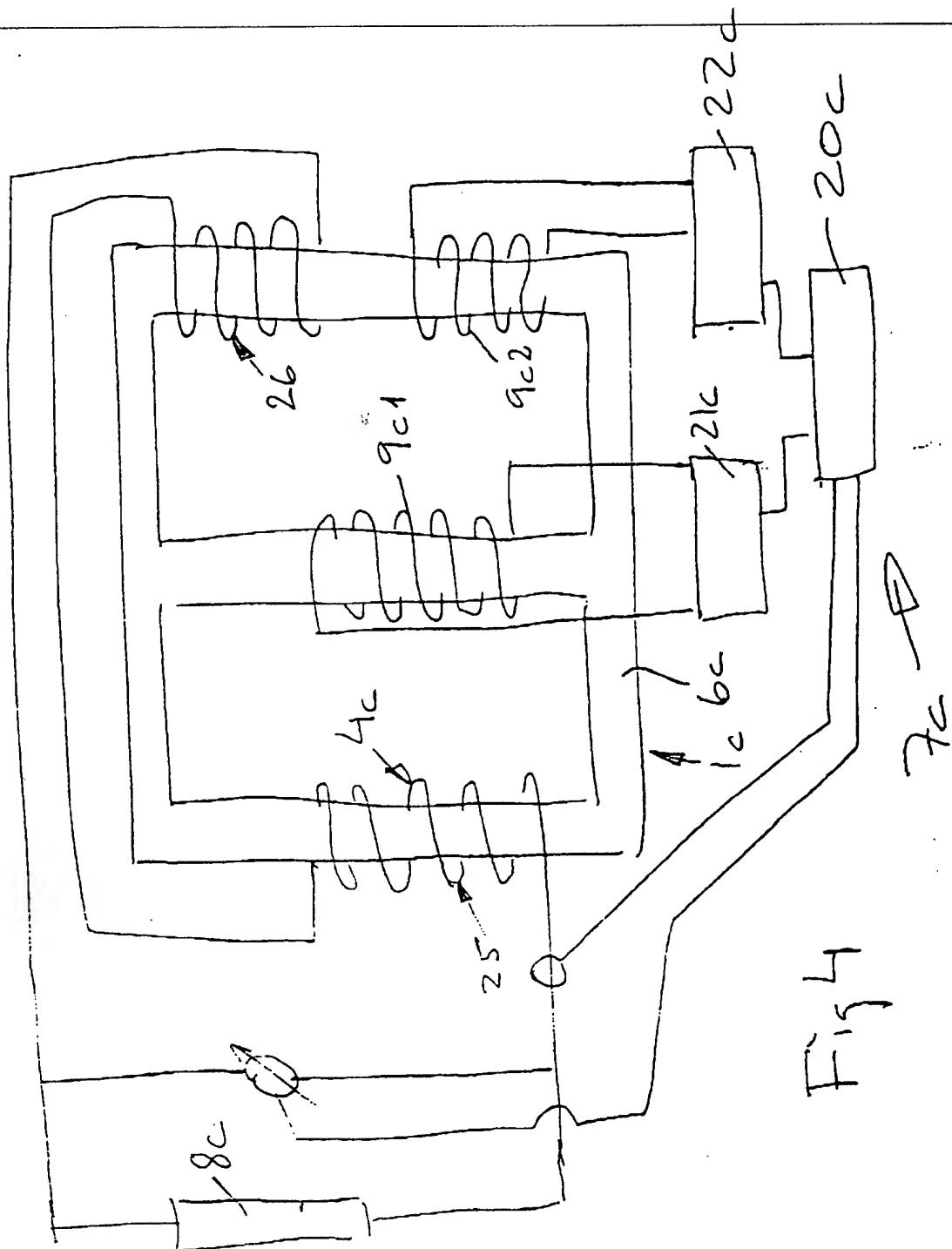
Hovrättskamr. Kassan



Ting 3

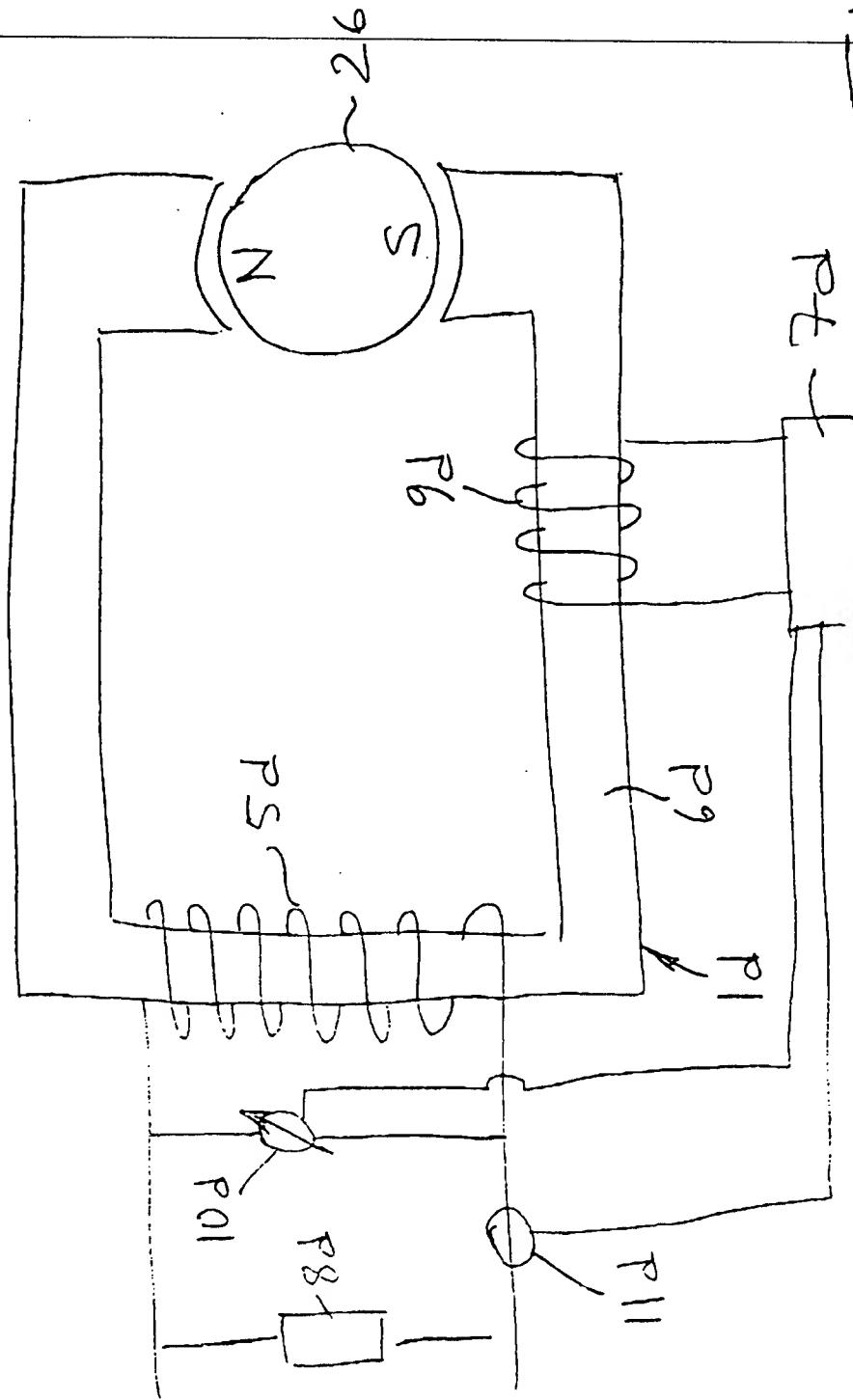
Inkt Patent- och reg.verket

1997-11-26

Hurudtakten Kossan

1997-11-26

Hovudfoaren Kassan



5
5
H
c
t

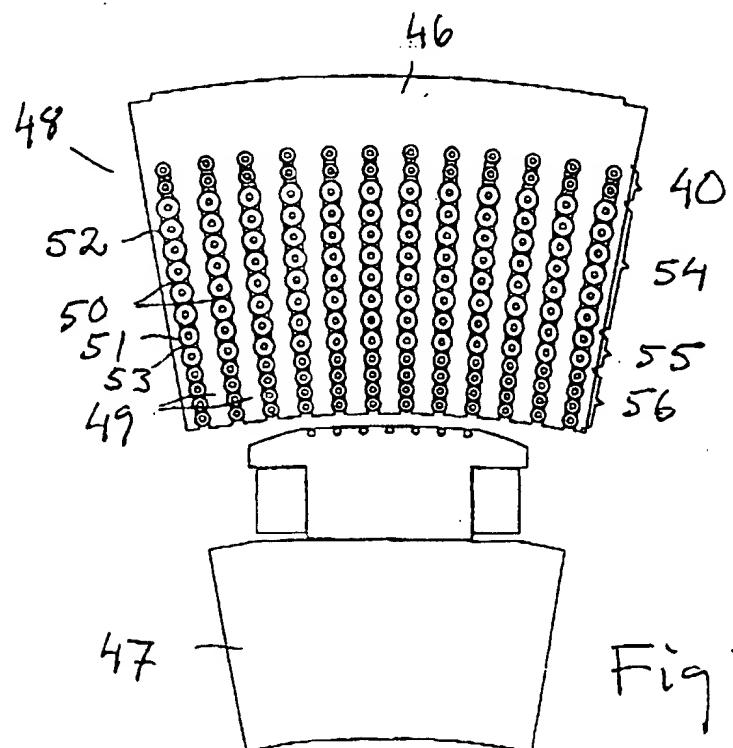
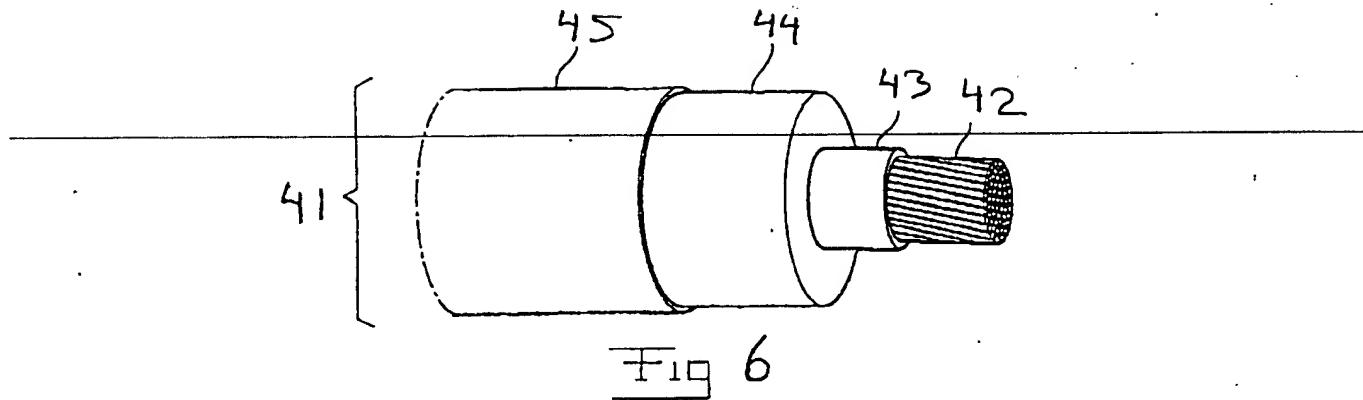
26 NOV 1997 23:79
RKE Patent- och reg.verket

BJERKENS PATENTBYRA KB

+46 26 183760 SID 37/39

1997-11-26

Huvudboxen Kassan



1997-11-26

Huvudforsen Kassan

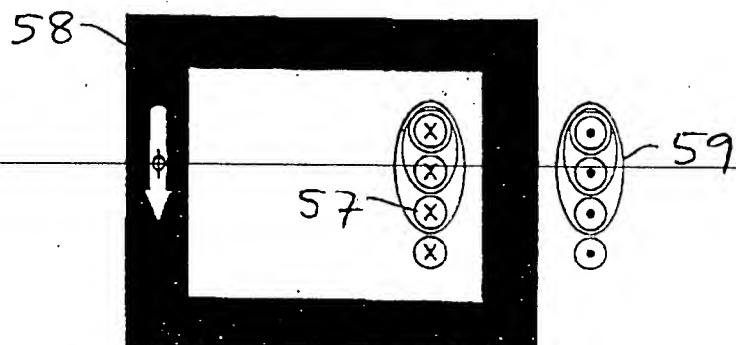


FIG 8

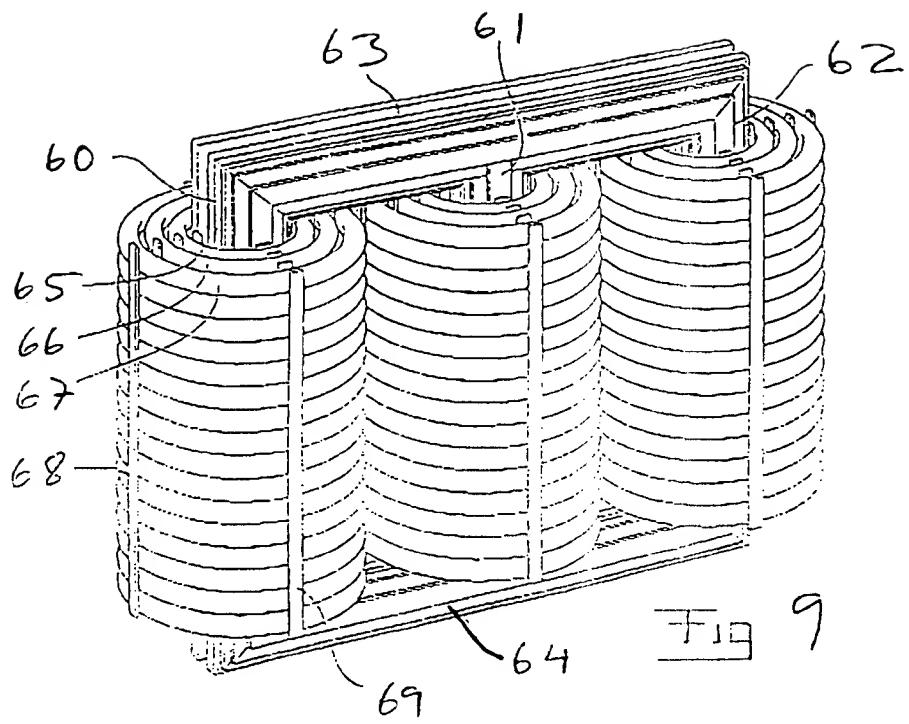


FIG 9

26 NOV 1997 23:40

BJERKENS PATENTBYRA KB

+46 26 183760 SID 39/39

Ink. t Patent- och reg.verket

1997 -11- 26

Huvudboxen Kassan

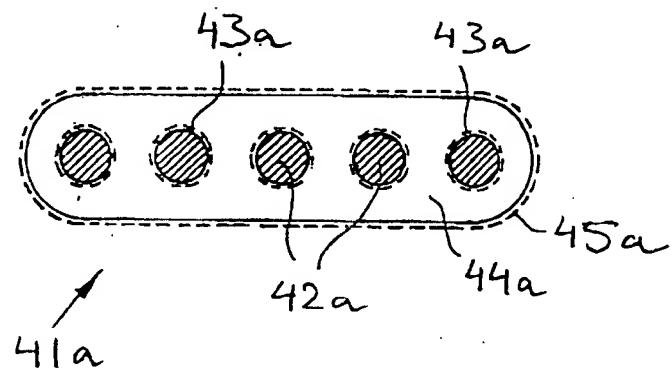


Fig 10

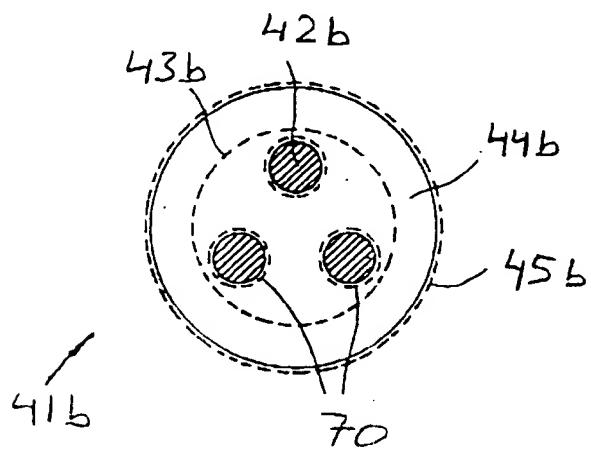


Fig 11